

ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА У СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ПАУЭРЛИФТИНГОМ

[И. Ф. Крылова, В. Ю. Куликов, Н. Б. Пиковская](#)

*ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава
России (г. Новосибирск)*

Установлено, что у спортсменов по сравнению с юношами, не занимающимися спортом, снижена реактивность стволовых структур, принимающих участие в регуляции сердечного ритма, но увеличена активность регуляторных функций высших отделов ЦНС.

Ключевые слова: вариабельность ритма сердца, вегетативная регуляция.

Крылова Ирина Федоровна — ассистент кафедры нормальной физиологии ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 225-07-37

Куликов Вячеслав Юрьевич — доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой нормальной физиологии ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 225-07-37, e-mail: Kulikov_42@mail.ru

Пиковская Наталия Борисовна — доктор биологических наук, профессор кафедры нормальной физиологии ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», e-mail: pikov09@rambler.ru

Вегетативное обеспечение процессов кровообращения, дыхания, метаболизма играет существенную, если не решающую роль, как во время тренировок спортсменов, так и во время соревнований. Эффективность и скорость включения регуляторных систем должна определять режим тренировки с учетом длительности периода вработывания, основной тренировки и периода восстановления. Типологические особенности вегетативной регуляции не всегда оцениваются и учитываются при выборе режима тренировки, либо ограничиваются традиционным выделением симпатотоников и парасимпатотоников, часто без понимания физиологических закономерностей, лежащих в основе такой классификации. Вместе с тем, новые возможности оценки вегетативного статуса дает метод кардиоинтервалографии, данные которого могут быть

использованы при планировании тренировочного процесса.

Целью настоящей работы является оценка особенностей вегетативной регуляции процессов, обеспечивающих деятельность сердечно-сосудистой системы у спортсменов во время и после тренировочного процесса.

Материал и методы. Группу обследованных лиц составили юноши, не занимающиеся спортом, кроме обычных занятий по физкультуре и юноши того же возраста, тоже студенты с 1-го по 3-й курс медицинского университета, занимающиеся пауэрлифтингом.

У всех обследованных проводилась запись ЭКГ с анализом кардиоинтервалограммы. У спортсменов запись проводилась дважды: перед тренировкой и непосредственно после ее окончания. Полученные данные обработаны с помощью программы STATISTICA 7.0.

Результаты и обсуждение. Как видно из представленной табл. 1, у спортсменов достоверно выше параметр RRNN, свидетельствующий о различии длительности циклов смежных интервалов, а величина SDNN достоверно ниже, чем у юношей, не занимающихся спортом с высокой интенсивностью. Величина параметра SDNN традиционно рассматривается как суммарная величина вариабельности ритма сердца, что, на наш взгляд, может быть отражением суммарного влияния регуляторных систем на длительность сердечного цикла.

Таблица 1

Параметры кардиоинтервалограммы в группах сравнения

Группы сравнения	RRmin	RRmax	RRNN, мс	SDNN, мс	VLF, %	LF, %	HF, %
Юноши неспортсмены, n = 13	716 ± 17	1047 ± 21	725,5 ± 16,0	76,2 ± 6,5	21,9 ± 2,1	48,4 ± 3,2	29,7 ± 2,4
Пауэрлифтеры, n = 30	662 ± 14	889 ± 16	791 ± 15	51,2 ± 3,5	35,8 ± 2,9	40,9 ± 3,1	23,1 ± 4,3

Длительность сердечного цикла не отличается в исследованных группах, однако на основании этого параметра (SDNN) есть основания предположить более низкую регуляторную активность центральной нервной системы у спортсменов. С учетом того, что первая оценка вариабельности ритма сердца проведена непосредственно перед тренировкой, этот результат может свидетельствовать о меньшей реактивности вегетативного звена регуляции у спортсменов, что вполне укладывается в представления об условнорефлекторных связях, выработанных в течение тренировок. Физиологическое значение такого сдерживания включения систем регуляции заключается, на наш взгляд, в реорганизации систем регуляции таким образом, чтобы увеличение минутного объема сердца и артериального давления появлялись только в момент необходимости поддержки системой кровообращения мощных мышечных нагрузок.

Вместе с тем, величина параметра кардиоинтервалограммы, который отражает разницу между смежными интервалами (RRNN), который в группе спортсменов выше, чем в группе сравнения, свидетельствует о том, что на фоне низкой активности регуляторных систем, эффективность влияний на сердце медиаторов вегетативных нервов существенно выше.

Механизмов реализации такого эффекта может быть несколько. Возможно, количество симпатического и парасимпатического медиаторов в постганглионарных окончаниях блуждающего и симпатических нервов существенно выше у спортсменов, что позволяет

на фоне умеренного повышения активности центров более выраженно оказывать влияние на ритм и силу сердечных сокращений. Известно, что такое увеличение количества доступного для секреции медиатора лежит в основе тренировки синапсов, и увеличивает эффективность синаптической передачи. Второй предполагаемый механизм тоже может отражать тренировку синапсов в процессе посттетанической потенциации, это накопление ионов кальция в пресинаптических окончаниях. Кроме того, необходимо учитывать и структурные особенности сердца тренированных спортсменов, в результате тренировок может увеличиваться реактивность компонентов проводящей системы сердца к вегетативным медиаторам. Эти предположения вполне укладываются в представления об адаптации, которая чаще реализуется в тонких, молекулярных и пострецепторных процессах, затрагивая в меньшей степени процессы пролиферации и гипертрофии органов [1].

Рассматривая влияние вклада высоко и низкочастотных компонент спектра в двух группах, обратим внимание на сходство спектральных характеристик вариабельности ритма. У всех обследованных преобладает влияние низкочастотной компоненты, которая традиционно рассматривается как отражение симпатической активности. Большинство исследователей согласны с тем, что 0,1 герцовый ритм является следствием генерализованных всплеск симпатической вазомоторной активности, которые возникают с такой же частотой [2, 3]. Следовательно, у всех юношей в процессе обследования выявлено преобладание симпатической компоненты регуляции деятельности сердца, что скорее является отражением как реакции на обследование, так и как подготовка к процессу тренировки.

Вместе с тем, как видно из той же таблицы, у спортсменов значительно ниже вклад в вариабельность ритма и низкочастотной, и высокочастотной, вагусной компонент по сравнению с группой сравнения. Эти данные вполне согласуются с нашими заключениями о снижении степени центральных влияний на деятельность сердца у спортсменов. Такое снижение может быть отражением своеобразной тренировки центров, снижения их реактивности, что необходимо для спортсменов, и увеличения эффективности влияний на эффекторный орган — сердце. Подтверждением этого заключения может быть сравнение вклада очень низких частот у спортсменов и юношей, не занимающихся спортом. По данным А. Н. Флейшмана, VLF является хорошим индикатором управления метаболическими процессами [4]. VLF характеризует влияние высших вегетативных центров на сердечно-сосудистый подкорковый центр и может использоваться как надежный маркер степени связи автономных (сегментарных) уровней регуляции кровообращения с надсегментарными, в том числе с гипоталамическим и гипоталамическим и корковым уровнем. В норме мощность VLF составляет 15–30 % суммарной мощности спектра. Как видно из представленных результатов, вклад очень низких частот у спортсменов не только значительно выше по сравнению с юношами, не занимающимися спортом, но и выше нормальных значений. Можно предположить, что существенная тренировка сосудодвигательного центра, его сниженная реактивность и степень влияния на сосудистую систему обусловлена своеобразной передачей регуляторных функций высшим отделам ЦНС. Такое перераспределение регуляторных функций отражает, на наш взгляд, более высокую степень стабилизации систем регуляции кровообращения. В рамках данного исследования нет оснований для обсуждения механизмов такой перестройки на уровне ЦНС, однако нельзя не отметить полезного приспособительного эффекта. Регулярные тренировки, требующие, особенно в период же вработывания, постоянного торможения кардиостимулирующей области ствола мозга, обусловленного возросшим потоком

импульсов от сосудистой рефлексогенной зоны, перенастраивает нейроны продолговатого мозга. Снижение реактивности стволовых структур регуляции кровообращения можно рассматривать как фактор, стабилизирующий деятельность сердца и уровень артериального давления.

В табл. 2 представлены результаты влияния тренировочного процесса на параметры кардиоинтервалограммы.

Таблица 2

Изменение параметров кардиоинтервалограммы в процессе тренировки

Стадии тренировочного процесса	RRNN, мс	SDNN, мс	VLF, %	LF, %	HF, %
Перед тренировкой	791,0 ± 15,0	51,2 ± 3,5	35,8 ± 2,9	40,9 ± 3,1	23,1 ± 4,3
После тренировки	638,4 ± 13,0	37,4 ± 2,9*	34,2 ± 2,2	47,3 ± 2,3*	18,5 ± 2,1

Примечание: * — достоверные ($p < 0,05$) изменения после тренировки

Достоверное снижение интенсивности вариабельности (SDNN) сердечного цикла параллельно с увеличением вклада низкочастотной компоненты ритма при неизменных вкладах очень низкочастотной и высокочастотных компонент свидетельствует о повышении влияния симпатической части вегетативной нервной системы. Увеличение симпатической активности традиционно регистрируется у части спортсменов, занимающихся различными видами спорта [5, 6]. Отметим лишь две особенности, свойственные нашей группе спортсменов: по литературным данным, у спортсменов отмечается разнонаправленное изменение вклада низкочастотной компоненты спектра — в наших исследованиях отмечается статистически достоверное увеличение вклада низкочастотной компоненты. Кроме того, у всех спортсменов различных видов спорта, кроме группы пауэрлифтеров, отмечался рост VLF%, у спортсменов обследованной нами группы таких изменений нет. Таким образом, снижение степени вариабельности ритма сердца можно рассматривать как результат активации симпатической части вегетативной нервной системы, обеспечивающей запросы кровоснабжения скелетной и сердечной мускулатуры и метаболическое обеспечение тренировочного процесса. Вместе с тем, обращает на себя внимание весьма незначительная, хотя и достоверная, степень прироста вклада низкочастотной компоненты. Приведенные в литературе данные об увеличении вклада на 90 и 110 % [7] заставляют задуматься об эффективности умеренной активации симпатического вклада, который, на наш взгляд, недостаточен для обеспечения метаболического запроса в силовом виде спорта.

Анализ гистограммы распределения низкочастотной компоненты спектра после тренировки показал, что группа спортсменов не однородна по этому показателю. Для дальнейшего анализа были выделены две группы по степени изменения вклада низких частот после тренировки: увеличение и снижение LF %, данные представлены в табл. 3.

Таблица 3

Параметры кардиоинтервалограммы у спортсменов с различной динамикой низкочастотной компоненты

LF в % к исходному уровню	RRNN, мс	SDNN, мс	VLF, %	LF, %	HF, %	RRNN, мс	SDNN, мс	VLF, %	LF, %	HF, %
	Перед тренировкой					После тренировки				

26,67 ± 2,60	784,1 ± 12,0	46,8 ± 3,2	35,0 ± 2,4	31,5 ± 2,3	33,6 ± 2,4	663,78 ± 12,00	34,49 ± 1,90	34,12 ± 2,10	51,96 ± 2,90**	13,90 ± 1,9**
-16,0 ± 2,1	758,5 ± 14,0	60,3 ± 2,4*	34,5 ± 2,5	48,0 ± 2,4*	17,5 ± 1,9*	634,86 ± 15,00	42,89 ± 1,8*,**	37,91 ± 2,40	42,81 ± 3,10	19,3 ± 2,20*

Примечание: * — достоверные ($p < 0,05$) отличия между группами, ** — достоверные ($p < 0,05$) изменения после тренировки

Из представленных в табл. 3 данных становится ясно, что большинство спортсменов реагируют на тренировочный процесс характерным для всей группы увеличением вклада низкочастотной компоненты, значительно более выраженным снижением низкочастотной компоненты. Вместе с тем у 26 % спортсменов регистрируется снижение вклада низкочастотной компоненты ритма, а вклад высокочастотной компоненты остается неизменным. Обратим внимание на то, что у этой части спортсменов в исходном состоянии отмечается значительно более высокая вариабельность ритма сердца на фоне высокого вклада низкочастотной компоненты, сопоставимого с этим параметром у юношей, не занимающихся спортом. Остается предположить, учитывая результаты обследования группы в целом, что такого умеренного увеличения симпатического вклада достаточно для обеспечения тренировочного процесса в группе обследованных спортсменов. Кроме того, как выяснилось при разделении групп, части спортсменов достаточно неизменного уровня симпатической активности. Возможно, для этих спортсменов увеличение симпатической активности не актуально в связи с особенностями функционирования эффекторов: мощность сократительного аппарата сердца, реакция гладких мышц сосудов, реактивность метаболической регуляции. Снижение симпатического тонуса можно, вероятно, рассматривать как реакцию на увеличение в процессе тренировки минутного объема сердца, что, активируя кардиоингибирующую (вагусную) зону, приводит к подтормаживанию кардиостимулирующей зоны сосудодвигательного центра.

Выводы:

1. У спортсменов по сравнению с юношами, не занимающимися спортом, снижена реактивность стволовых структур, принимающих участие в регуляции сердечного ритма.
2. У спортсменов увеличена активность регуляторных функций высших отделов ЦНС.
3. В процессе тренировки у спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом, наблюдается умеренное увеличение симпатических влияний на ритм сердца без изменения вклада высших отделов ЦНС.
4. Среди спортсменов выделена немногочисленная группа, в которой не наблюдается увеличения симпатических влияний.

Список литературы

1. Меерсон Ф. З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшенникова. — М. : Медицина, 1988. — 210 с.
2. Баевский Р. М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Р. М. Баевский [и др.] // Вестн. аритмологии. — 2001. — С. 65-86.
3. Котельников С. А. Физиологические механизмы, лежащие в основе ВРС / С. А. Котельников, А. Д. Ноздрачев, М. М. Одинак // Физиология человека. — 2002. — Т. 28, № 1. — С. 130-143.

4. Флейшман А. Н. Вариабельность ритма сердца и медленные колебания гемодинамики / А. Н. Флейшман. — Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2009. — 186 с.
5. Велибеков Я. В. Регуляция сердечной деятельности и интенсивность процессов восстановления у спортсменов высокой квалификации / Я. В. Велибеков, Я. В. Викулов // Вариабельность сердечного ритма : теоретические аспекты и практическое применение : тез. докл. IV Всерос. симпозиума с междунар. участием. — Ижевск, 2008. — С. 63-65.
6. Воронина Г. А. Характеристика основных параметров вариабельности сердечного ритма как показатель тренированности лыжников-гонщиков / Г. А. Воронина, Р. И. Сафарова // Вариабельность сердечного ритма : теоретические аспекты и практическое применение : тез. докл. IV Всерос. симпозиума с междунар. участием. — Ижевск, 2008. — С. 65-68.
7. Использование анализа вариабельности ритма сердца для контроля подготовки спортсменов стрелковых видов спорта / А. А. Новиков [и др.] // Вестн. Удмуртского ун-та. — 2012. — Вып. 1. — С. 26-31.

INDICATORS OF VARIABILITY OF CARDIAC RHYTHM AT ATHLETES WHO ARE ENGAGED IN POWERLIFTING

[I. F. Krylova, V. Y. Kulikov, N. B. Pikovskaya](#)

SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health» (Novosibirsk)

It is established that the reactivity of the stem structures which are taking part in a regulation of cardiac rhythm is reduced at athletes in comparison with the young men who aren't playing sports, but activity of regulatory functions of the highest departments of CNS is enlarged.

Keywords: variability of cardiac rhythm, vegetative regulation.

About authors:

Krylova Irina Fedorovna — assistant of normal physiology chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», office phone: 8 (383) 225-07-37

Kulikov Vyacheslav Yuryevich — doctor of medical science, professor, honored scientist of the RF, head of normal physiology chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», office phone: 8 (383) 225-07-37, e-mail: Kulikov_42@mail.ru

Pikovskaya Natalia Borisovna — doctor of biological science, professor of normal physiology chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», e-mail: picov09@rambler.ru

List of the Literature:

1. Meerson F. Z. Adaptation to stress situations and exercise stresses / F. Z. Meerson, M. G. Pshennikova. — M. : Medicine, 1988. — 210 p.
2. Bayevsky R. M. The analysis of variability of cardiac rhythm when using various electrocardiographic systems / R. M. Bayevsky [et al.] // Bulletin of arrhythmology. — 2001. — P. 65-86.
3. Kotelnikov S. A. Physiological mechanisms which are the cornerstone of VRS / S. A. Kotelnikov, A. D. Nozdrachev, M. M. Odinak // Human physiology. — 2002. — Vol. 28, N 1. — P. 130-143.
4. Fleyshman A. N. Variability of cardiac rhythm and slow fluctuations of hemodynamic / A. N. Fleyshman. — Novosibirsk : Publishing house of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, 2009. — 186 p.
5. Velibekov Y. V. Regulation of cardiac activity and intensity of processes of restoration at athletes of high qualification / Y. V. Velibekov, Y. V. Vikulov // Variability of cardiac rhythm : theoretical aspects and practical application : theses. IV All-Rus. symposium with intern. participation. — Izhevsk, 2008. — P. 63-65.
6. Voronina G. A. Characteristic of key parameters of variability of cardiac rhythm as indicator of fitness of skiers-racers / G. A. Voronina, R. I. Safarova // Variability of cardiac rhythm : theoretical aspects and practical application : theses. IV All-Rus. symposium with intern. participation. — Izhevsk, 2008. — P. 65-68.

7. Use of the analysis of variability of cardiac rhythm for control of training of athletes of shooting sports / A. A. Novikov [et al.] // Bulletin of Udmurt university. — 2012. — Is. 1. — P 26-31.